

# Systematische Untersuchung des 'Beam-Filling'-Problems bei Wolkeninhomogenitäten

L. v. Bremen und E. Ruprecht

Institut für Meereskunde Kiel

Düsternbrooker Weg 20

24105 Kiel

## 1. Das 'Beam-Filling'-Problem in der Fernerkundung

Die meisten Algorithmen zur Fernerkundung von atmosphärischen Parametern sind mit der Annahme einer homogenen Verteilung dieser Parameter in der Atmosphäre abgeleitet worden. Diese Annahme ist teilweise sehr unrealistisch, da viele Satellitenradiometer über eine sehr schlechte räumliche Auflösung verfügen. So liegt z. B. die Auflösung für die Kanäle des SSM/I (Special Sensor Microwave Imager) zwischen  $69 \times 43$  km für den effektiven Radiometerblickwinkel (-3dB-Footprint) des 19.35 GHz-Kanals und  $15 \times 13$  km für den 85.5 GHz Kanal. Insbesondere stellt die extrem variable Wolkenbedeckung eine sehr große Inhomogenität in der Atmosphäre dar, so daß in der Regel das Blickfeld der Antenne nur zum Teil wolkenbedeckt ist. Aufgrund der starken Nichtlinearität des Strahlungstransportes bezüglich Wolkenwasser und insbesondere bezüglich Regenwasser ergibt sich eine Strahlungstemperatur, die deutlich von der abweicht, die man erhält, wenn z. B. das Regenwasser gleichmäßig verteilt wäre. Dieses als 'Beam-Filling'-Problem genannte Problem ist mit ein Hauptgrund für die Ungenauigkeiten in vielen Fernerkundungsalgorithmen; lokaler Niederschlag kann so bis zu einem Faktor 2 unterschätzt werden (Graves, 1992; Short and North, 1990).

Mit Hilfe von Simulationen des Modell GESIMA mit einer horizontalen Auflösung von 2 km werden die Effekte der Inhomogenität von Wolken bei der Anwendung von Fernerkundungsmethoden untersucht. Die Ergebnisse von GESIMA werden anschließend Gitterpunkt für Gitterpunkt in ein Strahlungstransportmodell (3-dim Monte-Carlo-Modell) eingegeben, um die Strahlungstemperaturen für die Kanäle des SSM/I zu berechnen.

Abb. 1 zeigt ein Ergebnis der Untersuchung: Dabei wurden die Strahlungstemperaturen aller Gitterpunkte innerhalb der Fläche des 37 GHz-Footprints gemittelt und mit der Antennenfunktion gewichtet und darauf der Flüssigwasser-Algorithmus nach Jung (1996) basierend auf einem Neuronalen Netz angewendet, um den Flüssigwassergehalt (LWP) zu bestimmen (Ordinate). Im anderen Fall ist der LWP zuerst für jeden Gitterpunkt abgeleitet und dann über die Fläche gemittelt worden (Abzisse). Ein Vergleich der beiden unterschiedlichen Mittelungen zeigt, daß mit einer mittleren Strahlungstemperatur (die auch das Radiometer 'sieht') der LWP bei inhomogener Wolkenverteilung unterschätzt wird. Dabei ist die systematische Unterschätzung stark mit dem Mittelwert des (wahren) LWP korreliert (Abb. 2).

## 2. Ansatz für eine Lösung des Problems

Die Grundidee zur Lösung des 'Beam-Filling'-Problems besteht in der Ausnutzung der Information des relativ gut aufgelösten 85.5 GHz-Kanals zur Detektion von Wolkeninhomogenitäten, um diese Information anschließend bei der Anwendung von Algorithmen vorzugeben.



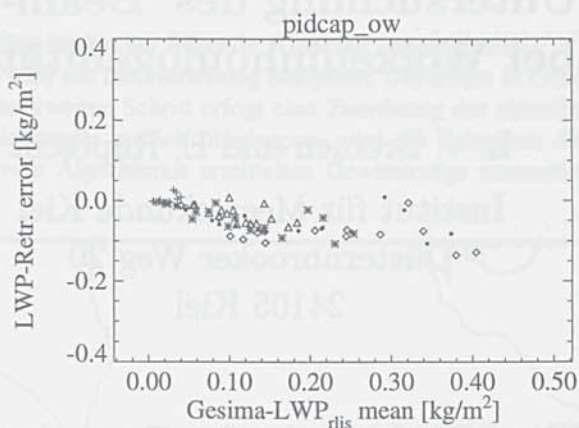


Abb. 1: Flüssigwassergehalte (LWP) nach Mittelung der Strahlungstemperaturen und Anwendung des LWP-Algorithmus nach Jung (1996) (Ordinate) und nach Anwendung des Algorithmus auf die einzelnen Gitterpunkte und anschließender Mittelung der LWPs (Abzisse).

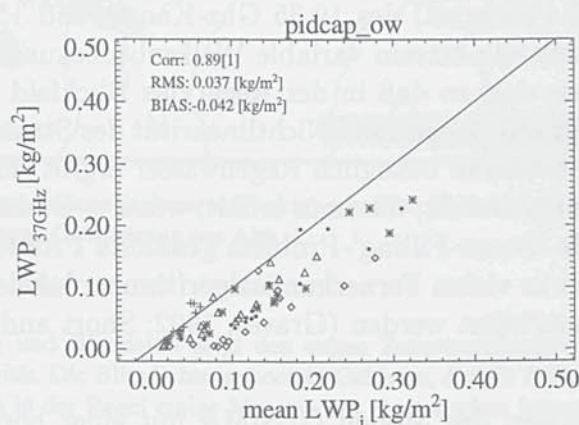


Abb. 2: Differenz der Flüssigwassergehalte in Abb. 1 in Anhängigkeit vom (wahren) Wert.

Für die 2x2 km Gitterflächen ist der Zusammenhang zwischen den Strahlungstemperaturen im 85 GHz-Kanal und dem LWP recht gut; bei der Mittelung über die Fläche des 37 GHz-Kanals wird die Korrelation allerdings deutlich schlechter. Es soll nun untersucht werden, ob in den 85 GHz-Kanälen mit der Auflösung von 13x15 km noch genug Information enthalten ist, um Aussagen über die Wolkenverteilung im 37 GHz-Footprint zu machen.

#### References:

- Graves, C. E., 1992: *A Model for the Beam-filling Effect Associated with the Microwave Retrieval of Rain*. J. Atmos. Oceanic Technol., **10**, 5–14.
- Jung, T., 1996: *Bestimmung des Wasserdampf- und Flüssigwassergehaltes über dem Ozean aus simulierten Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I) - Daten mit neuronalen Netzen*. Diplomarbeit am Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Short, D. A. and North, G. R., 1990: *The Beam Filling Error in the Nimbus 5 Electronically Scanning Microwave Radiometer Observations of Global Atlantic Tropical Experiment Rainfall*. J. Geophys. Res., **95 D3**, 2187–2193.